

論文 Article

Cube 型ボス供試体の開発

原稿受付 2013 年 3 月 27 日

ものづくり大学紀要 第 4 号 (2013) 33~38

菊田弘之^{*1}, 澤本武博^{*2}, 篠崎徹^{*3}, 森濱和正^{*4}, 袴谷秀幸^{*5}^{*1} ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 大学院生^{*2} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3} 千代田建工株式会社^{*4} 独立行政法人土木研究所^{*5} 戸田建設株式会社

Development of Cube Mold for Boss Specimen

Hiroyuki KIKUTA^{*1}, Takehiro SAWAMOTO^{*2}, Toru SHINOZAKI^{*3},
Kazumasa MORIHAMA^{*4}, Hideyuki HAKAMAYA^{*5}^{*1} Graduate student. Graduate school of Technologists, Institute of Technologists^{*2} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*3} CHIYODAKENKO Corporation^{*4} Public Works Research Institute^{*5} TODA Corporation

Abstract

As a method of estimating the strength of structure concrete, the core specimen is generally used. If the method of core specimen is used, the damage to the structure and the necessity for repair will arise. Therefore, the BOSS specimen with little damage to the structure was devised, and it has been a standard for NDIS number 3424. However, the present BOSS specimen is a 100×100×200mm prism, it does not correspond to ISO. In this study, the BOSS specimen which size was 100×100×100mm cube was devised, and the effect of form of BOSS Specimen on compressive strength of concrete was investigated. As a result, the placing of fresh concrete to the cube BOSS specimen was good, and the standard deviation of compressive strength of concrete was also small.

Key Words : Concrete, Non-destructive testing, BOSS specimen, Placing, Compressive strength

1. はじめに

圧縮強度試験用の供試体は、国内では一般にφ100×200 mmの円柱供試体が用いられているため、ボス供試体の寸法も円柱供試体と同様に供試体の高さと載荷面の一辺長さとの比(h/d)を 2:1 としている¹⁾。しかし、ISO では圧縮強度試験用の供試体は、立方体を用いることが標準となっているこ

とから、ボス供試体も同様の形状にすることにより国際的にも活用できると考えられる。そのため、著者らは、これまでに 100×100×200 mmのボス型枠(100 ボス型枠)、100×100×100 mmのボス型枠(Cube ボス型枠)および円柱型枠に直接コンクリートを打ち込み、供試体の形状、寸法と圧縮強度の関係を検討してきた²⁾。

本研究では、100×100×100 mmの Cube 型のボス

Table 1 Mix proportions and test results (Test for placing of fresh concrete)

Fresh concrete	W/C(%)	s/a(%)	Unit content(kg/m ³)					Test result		
			W	C	S	G	Ad	Slump(cm)	Air Content(%)	Temperature(°C)
Low-slump concrete	50	44	160	320	797	1049	0.58	3.0	2.0	27.8
Normal-slump concrete		45	165	330	805	1018	0.59	6.0	4.5	24.0
		47	170	340	831	969	0.61	16.5	7.2	25.1
		48	175	350	838	940	0.63	17.5	5.8	27.2
High-slump concrete		40	190	380	673	1044	0.68	22.0	3.0	31.4

供試体(Cube ボス供試体)を開発し、現在使用されているボス供試体とのコンクリートの充てん性および強度特性について比較検討を行った。

2. Cube ボス供試体の充てん性に関する検討

2. 1 実験概要

(1) ボス型枠の種類

実験で使用したボス型枠は、図1に示すようにCube ボス型枠、100 ボス型枠および従来の75×75×150 mmのボス型枠(75 ボス型枠)の3種類とした。

(2) 充てん性確認用型枠作製とボス型枠取付け

各ボス供試体へのコンクリートの充てん性を確認するため、充てん性確認用型枠(高さ450 mm、長さ370 mm、幅100 mm)を2体作製した。ボス型枠の取付けは、図2に示すように充てん性確認用型枠の両側面に設けた開口部の片側にCube ボス型枠を取付け、もう一方の側面には100 ボス型枠または75 ボス型枠を取付けた。

(3) コンクリートの配合および打込み

使用したコンクリートの配合は5種類で、水セメント比を50%とし、スランプを3.0~22.0cmに変化させ、充てん性確認試験は、各コンクリートの配合ごとに行った。コンクリートの配合およびその試験結果を表1に示す。

充てん性確認用型枠にコンクリートを打ち込むと、ボス型枠にも充てん性確認用型枠の開口部からコンクリートが充てんされる。充てん性確認用型枠の締固めは、硬練りコンクリートの場合には棒型振動機を、それ以外の場合は、突き棒で締固めを行った。また、ボス型枠の締固めは、ボス型枠の側面を木槌で軽く叩き、充てん性の確認は、型枠上部の空気孔からのブリーディングと打音で



100BOSS

75BOSS

CubeBOSS

Size : 100×100×200 mm 75×75×150 mm 100×100×100 mm

Fig.1 Molds used for this experiment



1. Installation of the BOSS specimen

2. Placing of concrete

3. Washing of coarse aggregate

Fig.2 Test procedure

行った。

(4) 粗骨材充てん率試験方法

粗骨材の充てん率試験は、コンクリートが固まる前に充てん性確認用型枠からボス型枠を取り外し、直ちにボス型枠内からコンクリートを採取し、JIS A 1112「フレッシュコンクリートの洗い分析試験方法」³⁾に準じて行った。粗骨材の充てん率は、採取したコンクリートを5 mmのふるいを用いてモルタル分を洗い流し、粗骨材のみを採取し、その後、表乾質量を量り計量した粗骨材の質量を配合上の粗骨材質量で除して求めた。なお、いずれのスランプにおいても、各供試体の個数は、Cube ボス供試体を2体、100 ボス供試体および75 ボス供試体を1体ずつとした。一連の試験手順を図2に示す。

2. 2 実験結果および考察

スランプと粗骨材充てん率の関係を図3に示す。今回開発した Cube ボス型枠の場合は、いずれのスランプにおいても概ね90%以上の粗骨材の充てん率であり、ボス型枠の開口部によってコンクリートは材料分離することなく充てんされたと考えられる。これは、今回開発した Cube ボス型枠の開口部寸法は高さ 65 mm×長さ 80 mmとしたが、この開口部でも十分充てんが確保できることが確認できた。

一方、現在使用されている 100 ボス型枠(開口部寸法:65×180 mm)の場合は、いずれのスランプにおいても概ね90%以上の粗骨材充てん率があり良好な結果となった。また、75 ボス型枠(開口部寸法:50×130 mm)の場合は、一部硬練りのコンクリートおよび分離ぎみのコンクリートで粗骨材の充てん率が80%程度のもも認められたが、概ね良好な結果であった。実際の建設現場では、本実験のようなスランプ 3 cmの硬練りコンクリートやスランプ 22 cmの分離したコンクリートは、打ち込まないので75 ボス型枠を使用しても問題はないと思われる。

3. Cube 型ボス供試体の強度特性に関する検討

3. 1 実験概要

(1) コンクリートの配合

実験では呼び強度 27 および 60 の 2 種類のレディーミクストコンクリートを使用した。コンクリートの配合および試験結果を表2に示す。

(2) 実物大壁試験体およびボス型枠の取付け

実物大壁試験体(壁試験体)は、図4に示すような高さ 1100 mm, 長さ 1500 mm, 幅 400 mmの試験体を4体作製した。壁試験体へのボス型枠の取付け個数は、壁試験体 A 面に Cube 型ボス型枠を上下 3 個ずつ計 6 個, 壁試験体 B 面には 100 ボス型枠

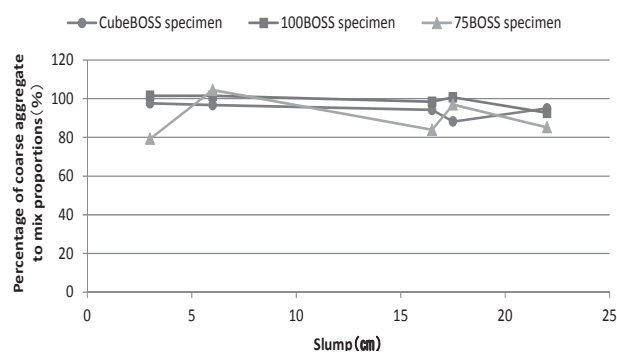


Fig.3 Relation between slump and percentage of coarse aggregate to mix proportions

を上下 3 個ずつ計 6 個とした。

(3) 壁試験体およびボス供試体の養生方法

壁試験体は呼び強度ごとに 2 体の試験体を作製し、コンクリートの打込み後、材齢 7 日で型枠を脱型し、その後、それぞれの試験材齢まで気中養生および現場水中養生とした。気中養生をした壁試験体のボス供試体は、図5に示すように、試験材齢 28 日までボス型枠を脱型しない(封かん養生)で、そのままの状態を取付けて置き、一方の図6に示すように現場水中養生をした壁試験体は、材齢 7 日でボス型枠も脱型し、壁試験体にボス供試体を取り付けた状態で試験材齢まで養生した。また、円柱供試体は JIS A 1132 に準拠して作製し、ボス供試体と同様の条件で養生した。

(4) 圧縮強度試験

各ボス供試体は、圧縮強度試験前に両壁試験体から割取り、また、コア供試体は、壁試験体 A 面のボス供試体近傍から上下 4 本ずつ採取した。圧縮強度試験では、ボス供試体は NDIS 3424, コアおよび円柱供試体は JIS A 1108 に準拠して材齢 28 日で圧縮強度試験を行った。ボス供試体の圧縮強度は、壁試験体ごとに上部 3 個, 下部 3 個のそれぞれの平均値で、コア供試体も同様の壁試験体ごとに上部 4 本, 下部 4 本のそれぞれの平均値とした。円柱供試体の圧縮強度は、養生条件ごとにそれぞれ 6 本の平均値とした。

Table 2 Mix proportions and test results (Test for compressive strength of concrete)

	Nominal strength	Gmax	W/C(%)	s/a(%)	Unit content(kg/m ³)					Test result			
					W	C	S	G	Ad	Slump(cm)	Slump flow(mm)	Air Content(%)	Temperature(°C)
Normal strength	27	20	53.5	47.4	182	341	822	924	4.092	19.5	—	3.6	22.6
High strength	60	20	31.0	48.4	170	549	773	851	7.686	—	593×623	5.2	26.2

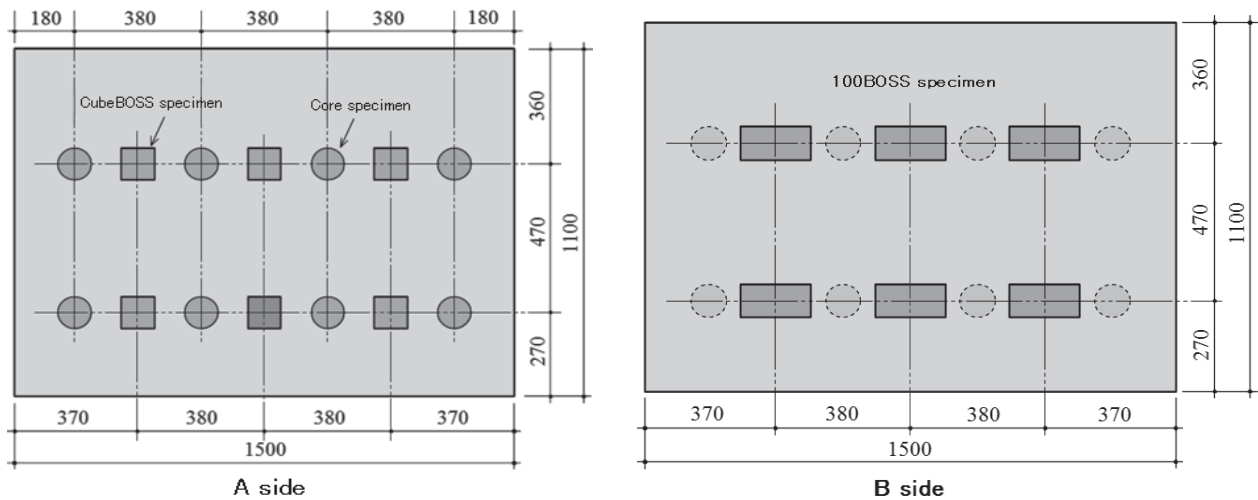


Fig.4 Plan of wall specimen

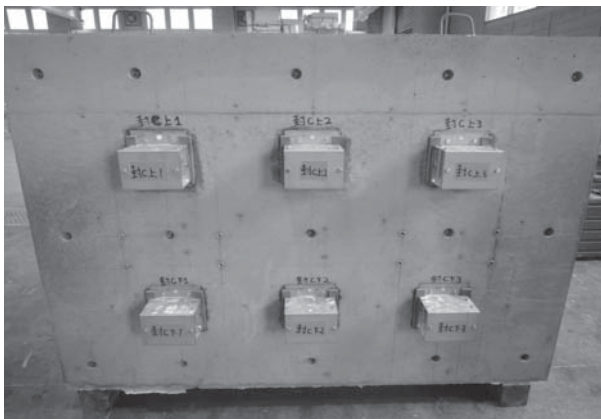


Fig.5 Sealed curing of BOSS specimen

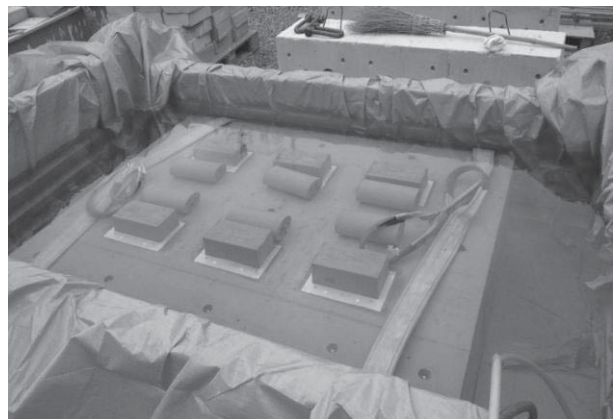


Fig.6 Underwater curing of BOSS specimen

3. 2 実験結果および考察

100 ボス供試体, Cube ボス供試体, コアおよび円柱の圧縮強度の関係を図7および図8に, 標準偏差を図9および図10に示す. 各供試体の圧縮強度を比較すると概ねCubeボス供試体が一番高く, 100ボス供試体, コアの順となっている. コア供試体の圧縮強度試験における高さ補正⁴⁾やISOにおける円柱供試体の圧縮強度と立方体供試体の圧縮強度の関係⁵⁾から供試体の形状や寸法による強度への影響を考えると, ほぼ適正な結果であると思われる. そして, Cubeボス供試体の割取り面も良好であった. また, 各供試体の標準偏差を比較

すると, 普通コンクリートで, Cubeボス供試体の標準偏差は $0.2\sim 1.4\text{N/mm}^2$ 程度, 高強度コンクリートで $1\sim 5\text{N/mm}^2$ とばらつきは小さく, 100ボス供試体, コアおよび円柱供試体と大差なかった.

既往のデータ²⁾に本研究のコア強度とCubeボス供試体強度のデータをプロットすると, 図11のようになる. NDISでは, 100ボス供試体強度をコア強度の値に補正(換算)する際には, ボス強度から 1N/mm^2 差し引く(補正係数)こととなっているが, Cubeボス供試体の場合は, 供試体の高さが低いため, それ以上の補正が必要になると考えられる.

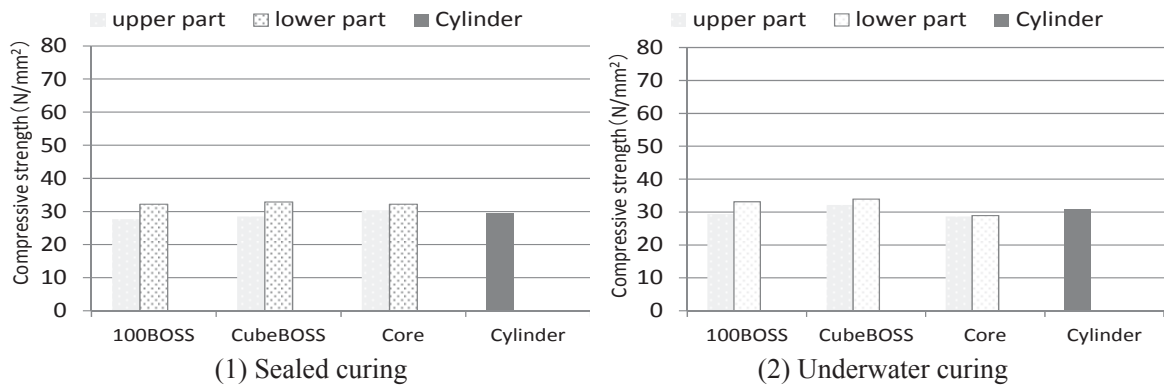


Fig.7 Relation between type of specimen and compressive strength of concrete (Normal strength)

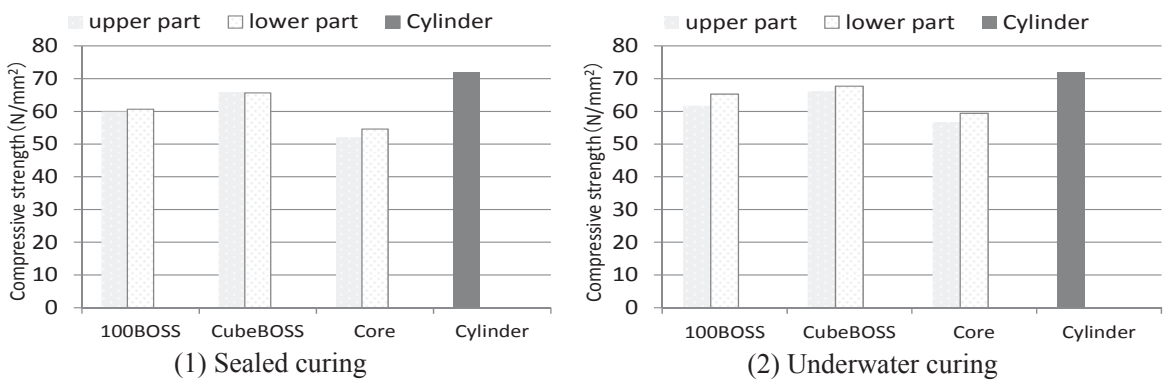


Fig.8 Relation between type of specimen and compressive strength of concrete (High strength)

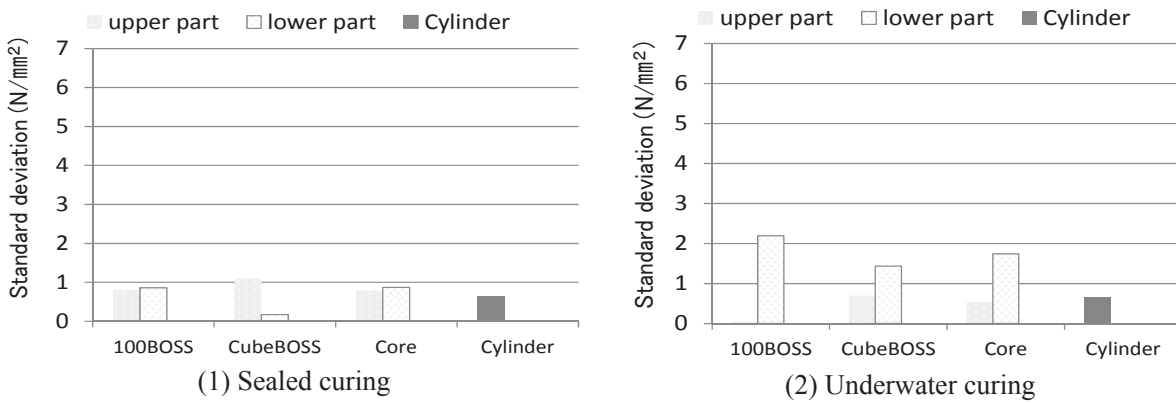


Fig.9 Standard deviation (Normal strength)

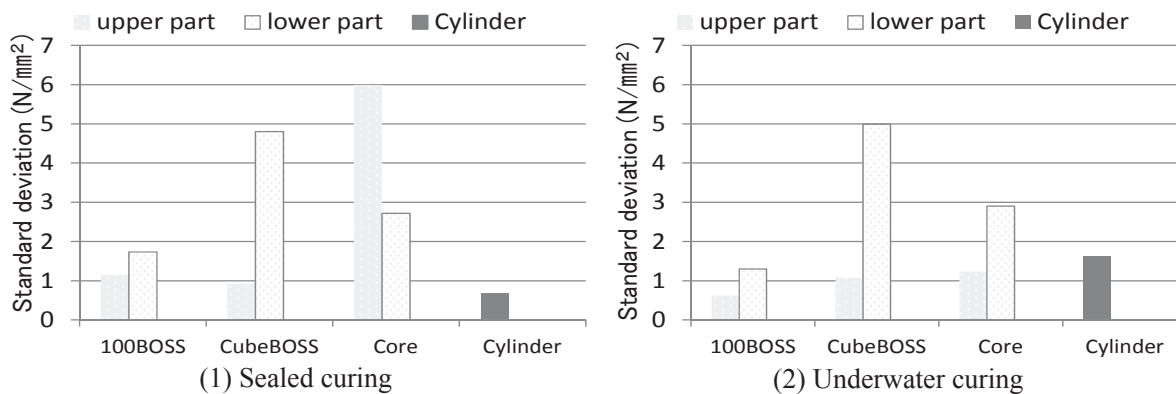


Fig.10 Standard deviation (High strength)

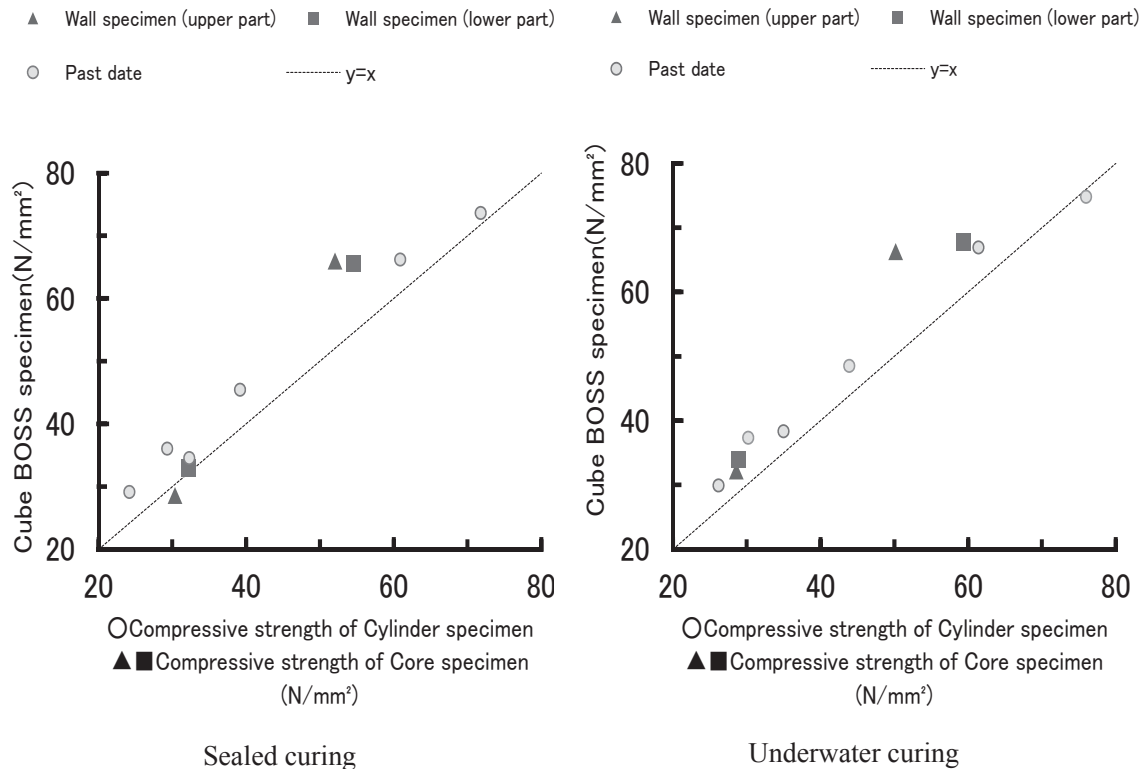


Fig.11 Relation between compressive strength of CubeBOSS specimen and core specimen

4. まとめ

- (1) 今回開発した Cube 型ボス供試体は、いずれのスランプにおいても概ね 90%以上の粗骨材充てん率があり、材料分離することなくコンクリートが充てんされると考えられる。
- (2) 実物大壁試験体で実験を行った結果、Cube ボス供試体の割取り面、強度性状は良好で、標準偏差も小さく、立方体供試体として十分活用できると考えられる。
- (3) 各種供試体の圧縮強度試験を行った結果、概ね Cube ボス供試体が最も大きい強度を示し、次に 100 ボス供試体、コアの順となった。
- (4) Cube ボス供試体からコアによる構造体コンクリート強度を推定する場合には、100 ボス供試体より補正值が必要になると考えられる。
今後更なるデータを蓄積し、補正係数を確立する予定である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、澤本研究室の大学院生、学部 4 年生、ならびに構造物総合実習Ⅲの非常勤講師の先生方、授業を履修した学部生に多大なご協力をいただきました。ここに記して深謝いたします。

文 献

- 1) 日本非破壊検査協会：「ボス供試体の作製方法及び試験方法」NDIS3424, 2011
- 2) 菊田弘之ら：ボス供試体の形状および寸法がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響，ものづくり大学紀要 No3, pp. 68-73, 2012
- 3) JIS A 1112 「フレッシュコンクリートの洗い分析試験方法」，2003
- 4) JIS A 1107 「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮試験方法」，2002
- 5) ISO 22965 「コンクリートの仕様，性能，製造および適合性」，2007